

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. März 2001 (29.03.2001)

PCT

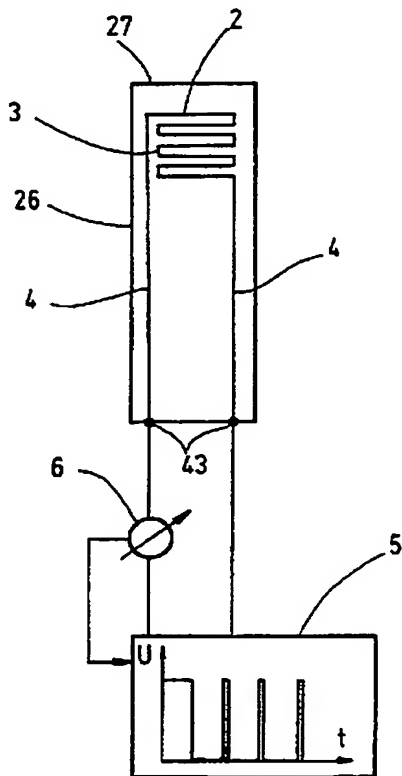
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/22073 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01N 27/406, 27/407, F02D 41/02
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02912
- (22) Internationales Anmeldedatum: 25. August 2000 (25.08.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 199 44 555.9 17. September 1999 (17.09.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WEYL, Helmut [DE/DE]; Peter V Koblenz 34, 71701 Schwieberdingen (DE). HENKELMANN, Konrad [DE/DE]; Breidlau Strasse 54, 71292 Friolzheim (DE). SORG, Wilhelm [DE/DE]; Im Eichrain 11, 71706 Markgroeningen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EXHAUST-GAS SENSOR FOR IGNITING AN EXOTHERMAL REACTION

(54) Bezeichnung: ABGASSENSOR ZUM ZÜNDEN EINER EXOTHERMEN REAKTION



(57) Abstract: The invention relates to an exhaust-gas sensor which comprises a housing for the assembly in an exhaust-gas pipe in an internal combustion engine. The inventive sensor also comprises a heating device (2) and a sensor element (26) that is held in the housing and can be heated to a first temperature for measuring the exhaust-gas. A heating current supply (5) provides high power in a first operating phase for quickly heating a component of the exhaust-gas sensor (26) to a second temperature which is sufficient for igniting afterburning of the exhaust-gas, whereby said component is exposed to the exhaust-gas. The heating current supply (5) provides lower power in a following, second operating phase for maintaining the sensor element (26) at the first temperature.

(57) Zusammenfassung: Ein Abgassensor umfaßt ein Gehäuse zur Montage in einer Abgasleitung in einer Brennkraftmaschine, einer Heizeinrichtung (2) und ein in dem Gehäuse gehaltenes, auf eine erste Temperatur zum Messen des Abgases beheizbares Sensorelement (26). Eine Heizstromversorgung (5) stellt in einer ersten Betriebsphase eine hohe Leistung zum schnellen Erhitzen eines dem Abgas ausgesetzten Bauteils des Abgassensors (26) auf eine zum Zünden einer Nachverbrennung des Abgases ausreichende zweite Temperatur und in einer darauffolgenden zweiten Betriebsphase eine niedrigere Leistung zum Halten des Sensorelements (26) auf der ersten Temperatur bereit.

WO 01/22073 A1

BEST AVAILABLE COPY



Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

Abgassensor zum Zünden einer exothermen Reaktion

Die Erfindung betrifft einen Abgassensor mit einem
10 Gehäuse zur Montage in einer Abgasleitung einer
Brennkraftmaschine, einer Heizeinrichtung und einem
in dem Gehäuse gehaltenen Sensorelement, das auf
eine erste, zum Messen des Abgases geeignete Tempe-
ratur beheizbar ist. Ein solcher Abgassensor ist
15 zum Beispiel aus DE 41 26 378 A1 bekannt.

Derartige Sensoren werden eingesetzt für die Rege-
lung des Luftkraftstoffgemisches, mit dem die
Brennkraftmaschine versorgt wird, um in Zusammen-
20 wirken mit einem nachgeschalteten Katalysator mög-
lichst niedrige Schadstoffgehalte der Abgase zu er-
zielen.

Um künftige Abgasgrenzwerte sicher einzuhalten, ist
25 eine stetige Weiterentwicklung der Techniken zur
Abgasnachbehandlung erforderlich. Ein wesentlicher
Anteil des Rest-Schadstoffausstoßes von Brennkraft-
maschinen mit Katalysator entfällt auch in deren
Startphase, in der der Katalysator die zu einem ef-
30 fizienten Betrieb erforderliche Temperatur noch
nicht erreicht hat. Es besteht daher großes Inter-
esse an Mitteln, mit denen ein solcher Katalysator
nach dem Starten der Brennkraftmaschine so schnell

wie möglich auf seine Arbeitstemperatur erhitzt werden kann. Der wohl wirtschaftlichste Weg hierzu ist die Nutzung von exothermen Reaktionen, das heißt die Nachverbrennung unverbrannter Abgasbestandteile wie CO und diversen Kohlenwasserstoffen im Abgasstrang zwischen dem Auslaß der Brennkraftmaschine und dem Einlaß des Katalysators. Konstruktive Änderungen des Abgasstrangs zu diesem Zweck sind kostenaufwendig und zumeist bei bereits in Betrieb genommenen Brennkraftmaschinen nicht nachträglich durchsetzbar und allein nicht zielführend.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung weist einen Weg, wie die in unverbrannten Abgasbestandteilen der Brennkraftmaschine enthaltene Energie mit geringem Aufwand und in kurzer Zeit nach dem Start der Brennkraftmaschine zur raschen Aufwärmung eines Katalysators nutzbar gemacht werden kann, ohne daß hierfür konstruktive Veränderungen im Abgasstrang der Brennkraftmaschine erforderlich sind. Es wird zu diesem Zweck lediglich ein Abgassensor der zu Beginn der Beschreibung definierten Art benötigt, der eine Heizstromversorgung besitzt, die in einer ersten Betriebsphase eine hohe Leistung zum schnellen Erhitzen eines dem Abgas ausgesetzten Bauteils des Abgassensors auf eine zum Zünden einer thermischen Nachverbrennung der unverbrannten Bestandteile ausreichende zweite Temperatur und in einer darauffolgenden zweiten Betriebsphase eine niedrigere Leistung zum Halten des Sensorelements auf der ersten Temperatur bereitstellt. Um bei einer herkömmlichen

Brennkraftmaschine mit Katalysator eine deutliche Verringerung des Schadstoffausstoßes in der Startphase zu erzielen, genügt es, deren herkömmlichen Abgassensor durch einen nach der vorliegenden Erfindung zu ersetzen.

Die Heizeinrichtung kann in zwei Heizkreise unterteilt sein, von denen der erste zum Aufrechterhalten der ersten Temperatur und der zweite zum schnellen Aufheizen auf die zweite Temperatur angelegt ist. Der erste Heizkreis ist vorgesehen, um ständig betrieben zu werden, solange die Brennkraftmaschine läuft, wohingegen der zweite nur in der Startphase betrieben werden soll, bevor der Katalysator seine Arbeitstemperatur, das heißt die erste Temperatur, erreicht hat.

Bei dem zu erhitzenden Bauteil kann es sich einer ersten Ausgestaltung der Erfindung zufolge um einen Abschnitt des Sensorelements aus Keramikmaterial handeln. Ein solches Sensorelement umfaßt herkömmlicherweise erste Heizeinrichtung, um einen zwischen zwei Meßelektroden eingeschlossenen festen Elektrolyten auf eine Temperatur zu erhitzen, bei der zwischen den Elektroden ein meßbarer, vom Sauerstoffgehalt des Abgases abhängiger Ionenstrom fließt. Einer Variante dieser Ausgestaltung zufolge kann diese Heizeinrichtung einen einzelnen Heizkreis umfassen, der für eine größere Heizleistung ausgelegt ist, die es erlaubt, die zum Zünden der Nachverbrennung erforderliche zweite Temperatur in kurzer Zeit, vorzugsweise in nicht mehr als 5 Sekunden, zu erreichen.

Einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung zufolge weist das Gehäuse des Abgassensors einen Abschirmkörper zum Schutz des keramischen Sensorelements vor einem direkten Anströmen durch das Abgas und die darin befindlichen Feststoffe auf, und der Abschirmkörper beinhaltet das auf die zweite Temperatur erhitzbare Bauteil. Ein Vorteil dieser Ausgestaltung ist, daß der beheizte Abschirmkörper nicht nur einen direkten Aufprall von kälteren Abgasen auf das heiße Sensorelement während der Startphase der Brennkraftmaschine verhindert, sondern zusätzlichen denjenigen Anteil des Abgases, der das Sensorelement erreicht, vorheizt, so daß Temperaturschocks vermieden werden, die andernfalls zu Rißbildung und damit zur Zerstörung des Sensorelements führen können.

Eine einfache Möglichkeit, die von der Heizstromversorgung abgegebene Leistung während der zweiten Betriebsphase auf einen niedrigeren Wert als in der ersten zu begrenzen, ist die Abgabe eines gepulsten Heizstroms durch die Heizstromversorgung.

Um das Einsetzen der Nachverbrennungsreaktion zuverlässig zu erkennen, überwacht die Heizstromversorgung gemäß einer bevorzugten Variante den Innenwiderstand des Sensorelements und wechselt von der ersten in die zweite Betriebsphase, wenn der Innenwiderstand einen Grenzwert unterschreitet. Da die Ionenleitfähigkeit des Sensorelements mit steigender Temperatur zunimmt, entspricht eine starke Verringerung des Innenwiderstands des Sensorelements einer deutlichen Steigerung der Temperatur, und wenn diese Temperatur einen Wert

überschreitet, der oberhalb von demjenigen liegt, der bei der eingesetzten Heizleistung für das Sensorelement in Abwesenheit der Nachverbrennungsreaktion zu erwarten wäre, so ist dies ein Hinweis darauf, daß die Nachverbrennung in Gang gekommen ist.

Gemäß einer zweiten bevorzugten Variante wird der mit steigender Temperatur anwachsende Innenwiderstand der Heizeinrichtung ausgenutzt; indem die Heizstromversorgung den Innenwiderstand überwacht und von der ersten in die zweite Betriebsphase wechselt, wenn der Innenwiderstand einen Grenzwert überschreitet, der auf das Einsetzen der Nachverbrennungsreaktion hinweist.

Um ein zu frühes Wechseln in die zweite Betriebsphase zu vermeiden, bevor die Nachverbrennung sicher in Gang gekommen ist, kann der Vergleich mit dem Grenzwert zyklisch und somit auf einzelne diskrete Erfassungszeitpunkte begrenzt durchgeführt werden.

Um unter anomalen Bedingungen eine Überhitzung zu vermeiden, die zu Schäden am Abgassensor, der Brennkraftmaschine oder dem Katalysator führen könnte, sollte die Heizstromversorgung zweckmäßigerweise nach einer vorgegebenen Maximaldauer unabhängig vom Wert des überwachten Innenwiderstands in die zweite Betriebsphase wechseln.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren.

Figuren

- Figur 1 zeigt in einem axialen Schnitt ei-
5 nen Teil eines Abgassensors gemäß
 der Erfindung, montiert in einer
 Wand einer Abgasleitung;
- Figur 2 zeigt eine Heizeinrichtung eines
10 Abgassensors und eine Heizstromver-
 sorgung; und
- Figur 3 zeigt eine Variante der Heizein-
 richtung eines Sensors.
- 15
- Figur 1 zeigt den Kopfabschnitt 10 eines Abgassen-
sors im axialen Schnitt. Er umfaßt ein metallisches
Gehäuse 12 mit einem Außengewinde 13, das in einer
Wand 14 einer Abgasleitung dicht verschraubt ist.
20 Ein zylindrische Längsbohrung 15 enthält einen ke-
ramischen Formkörper 20, mit einer durchlaufenden
Bohrung 24 von rechteckigem Querschnitt, in der ein
planares Sensorelement 26 gehalten und durch eine
Dichtpackung 33 abgedichtet ist, die in einer an-
25 schlußseitigen Aufweitung 30 des Formkörpers 20
aufgenommen ist. Am an-schlußseitigen Ende des Sen-
sorelements 26 befinden sich Kontaktfelder 43 zum
Abgreifen eines Meßsignals des Sensorelements
beziehungsweise zum Einspeisen eines Heizstroms für
30 eine am abgasseitigen Ende 27 angeordnete, im
Inneren des Sensorelements 26 eingebettete
Heizeinrichtung.

Das abgasseitige Ende 27 des Sensorelements 26 ragt aus dem Gehäuse 12 heraus und ist von einem doppelwandigen Schutzrohr 40 mit einer Mehrzahl von Gas-ein- und -auslaßöffnungen 41 umgeben.

5

Das Sensorelement 26 ist aus einer Mehrzahl von gesinterten Keramiksichten aufgebaut, die poröse Meßelektroden, einen dazwischenliegenden festen Elektrolyten, Abdeck- und Isolierschichten bilden.

10

Zwischen zwei Isolierschichten ist ein Leiter eingebettet, der eine Widerstands-Heizeinrichtung bildet.

15

Figur 2 zeigt einen solchen Sensor 26 im Schnitt entlang der Ebene der Heizeinrichtung 2. Die Heizeinrichtung 2 umfaßt in herkömmlicher Weise einen in der Nähe des abgasseitigen Endes 27 zum Beheizen des festen Elektrolyten angeordneten Heizmäander 3 sowie Leiterbahnen 4, die den Heizmäander 3 mit Kontaktfeldern 43 am kontaktseitigen Ende des Sensorelements verbinden. An diese Kontaktfelder ist eine Heizstromversorgung 5 angeschlossen, ein Meßinstrument 6 ist schematisch in einer der Leitungen zwischen der Heizstromversorgung 5 und dem Sensorelement 26 dargestellt. Ein eingezeichnetes Diagramm veranschaulicht die Arbeitsweise der Heizstromversorgung 5. Der Zeitpunkt $t=0$ im Koordinatenursprung des Diagramms entspricht dem Anlassen der Brennkraftmaschine. Ab diesem Zeitpunkt liefert die Heizstromversorgung 5 zunächst kontinuierlich eine Versorgungsspannung U an die Heizeinrichtung 2. Die Stromaufnahme der Heizeinrichtung 2 wird mit Hilfe des Meßgeräts 6 gemessen, und die Stromversorgung 5 vergleicht in regelmäßigen Zeitabständen von ca.

20

25

30

- 1/2 bis 1 Sekunden den Meßwert mit einem vorgegebenen Grenzwert. Im Laufe des Aufheizens des Sensorelements 26 nimmt die Heizstromstärke zunächst ab, weil der Widerstand der
- 5 Heizeinrichtung mit zunehmender Eigenerwärmung steigt. Sobald durch das Zünden der unverbrauchten Abgasbestandteile durch das glühende Sensorelement die Nachverbrennung einsetzt, führt diese zu einer zusätzlichen, von außen aufgeprägten Erwärmung der
- 10 Heizeinrichtung, die zu einer weiteren Verringerung der Heizstromstärke führt. Der Grenzwert ist so festgelegt, daß er den Unterschied zwischen diesen zwei Etappen der Erwärmung zu erfassen gestattet. Der genaue Wert dieses Grenzwerts ist in
- 15 Abhängigkeit von den konkreten Einsatzbedingungen des Sensors zu wählen; eine typische Temperatur, bei der die Nachverbrennung einsetzt, kann im Bereich von ca. 800°C liegen, je nach Konzentration der unverbrannten Bestandteile im Abgas und dem
- 20 Restsauerstoffgehalt sind Abweichungen nach oben und unten möglich. Die Heizleistung ist so gewählt, daß ein Zünden typischerweise innerhalb von 3 bis 4 s nach Beginn des Aufheizens erreicht wird.
- 25 Wenn der Vergleich ergibt, daß der Grenzwert erreicht oder überschritten ist, wechselt die Heizstromversorgung 5 aus ihrer ersten Betriebsphase, in der sie eine erhöhte, im Beispiel kontinuierliche Ausgangsspannung liefert, in eine
- 30 zweite Betriebsphase, in der sie eine gepulste Ausgangsspannung liefert. Alternativ dazu wäre es auch möglich, in der zweiten Betriebsphase eine kontinuierliche Ausgangsspannung mit einem niedrigeren Wert als in der ersten Phase zu

liefern. Das Tastverhältnis der Heizstromversorgung 5 in der zweiten Betriebsphase ist so festgelegt, daß eine hier als erste Temperatur bezeichnete für den Meßbetrieb des Sensorelements erforderliche Funktions-Temperatur kontinuierlich aufrechterhalten wird.

Wenn nach einer vorgegebenen Maximaldauer der ersten Betriebsphase von zum Beispiel 15 bis 30 Sekunden der Grenzwert nicht überschritten worden ist, wechselt die Heizstromversorgung 5 unabhängig vom vom Meßinstrument 6 gelieferten Meßwert in die zweite Betriebsphase, um Schäden am Sensor und dessen Umgebung infolge von Überhitzung zu vermeiden.

Figur 3 zeigt eine Heizeinrichtung 2' eines Sensorelements 26 gemäß einer Variante der Erfindung. Die Heizeinrichtung umfaßt zwei getrennte Heizmäander 3' und 3'', die jeweils über eigene Zuleitungen 4', 4'' mit Kontaktfeldern am kontaktseitigen Ende des Sensorelements verbunden sind. Der Heizmäander 3'' ist unterhalb von (nicht dargestellten) Meßelektroden des Sensorelements 26 angeordnet, um diese auf ihre Funktionstemperatur zu erhitzen.

Die zwei Heizmäander 3', 3'' sind jeweils an eigene Ausgänge einer (nicht dargestellten) Heizstromversorgung angeschlossen, die Stromaufnahme von einem von ihnen, vorzugsweise des Heizmäanders 3', wird wie im Falle von Figur 2 mit einem Meßinstrument gemessen. Das Meßinstrument ist symbolisch separat dargestellt, kann aber zweckmäßigerweise in die Heizstromversorgung integriert sein. Die Heizstromversorgung weist wie die aus Figur 2 zwei

Betriebsphasen auf, eine erste, die mit dem Starten der Brennkraftmaschine beginnt und andauert, bis aus dem gemessenen Wert der erfaßten Stromstärke auf das Einsetzen der Nachverbrennungsreaktion
5 gefolgert werden kann, oder bis eine maximale Dauer der ersten Betriebsphase überschritten ist, und eine daran anschließende zweite Betriebsphase. In dieser zweiten Betriebsphase unterbricht die Heizstromversorgung den Strom zum Heizmäander 3'
10 und erhält nur den zum Heizmäander 3'' aufrecht. Bei dieser Variante des Abgassensors wird mittels Heizmäander 3' somit das abgasseitige Ende 27 des Sensorelements 26 sehr schnell, vorzugsweise innerhalb weniger Sekunden, auf die zum Zünden der
15 Nachverbrennung erforderliche Temperatur erhitzt.

Selbstverständlich kann die Heizstromversorgung anstelle einer festen Ausgangsspannung auch einen festen Ausgangsstrom liefern, wobei dann als Meßinstrument zum Erfassen der Heizleistung ein Spannungsmeßinstrument eingesetzt wird. Jede andere Art der Erfassung der Temperatur ist auch geeignet.
20

Einer weiteren Alternative zufolge könnte das Meßinstrument auch im Stromkreis der Meßelektroden angeordnet sein, um einen zwischen diesen temperaturabhängig fließenden Ionenstrom zu erfassen. Diese Variante bietet sich insbesondere dann an, wenn ein Heizelement sowohl zum schnellen Erhitzen des
25 Sensorelements auf die Nachverbrennungstemperatur wie auch zum Aufrechterhalten einer Arbeitstemperatur verwendet wird, wie im Falle der Figur 2.
30

Einer weiteren alternativen Ausgestaltung zufolge ist vorgesehen, ein Heizelement zum schnellen Zünden der Nachverbrennung an einem Abschirmkörper anzubringen, der ferner das keramische Sensorelement 26 vor direktem Anströmen durch kaltes Abgas in einer Startphase der Brennkraftmaschine schützt, so etwa an dem doppelwandigen Schutzrohr 40 aus Figur 1. Eine solche Variante hat den Vorteil, daß sie ein großes Abgasvolumen erreicht und in kurzer Zeit erhitzt, und daß sie gleichzeitig einen Teil des Abgasstroms, der das Sensorelement 26 erreicht, vorheizt, so daß Temperaturschocks, die zur Rißbildung am Sensorelement und damit zu dessen Zerstörung führen können, wirksam vermieden werden. Auch hier ist eine Erfassung des Einsetzens der Nachverbrennung anhand der Temperatur des beheizten Schutzrohrs über den Innenwiderstand von dessen integriertem Heizelement möglich. Auch die Auswertung des Stroms im Meßkreis des keramischen Abgassensors käme in Betracht, da das Sensorelement ebenfalls dem gegebenenfalls durch Nachverbrennung stärker erhitzten Abgasstrom ausgesetzt ist und somit einen von dessen Temperatur abhängigen Meßstrom liefert. Zu dem Zeitpunkt, an dem der Katalysator seine für die katalytische Nachverbrennung erforderliche Temperatur erreicht hat, kann die Heizstromversorgung bereits in ihren zweiten Betriebszustand übergehen beziehungsweise abgeschaltet werden.

Patentansprüche

5

1. Abgassensor mit einem Gehäuse (12) zur Montage in einer Abgasleitung einer Brennkraftmaschine, mit einer Heizeinrichtung (2,2') und einem in dem Gehäuse (12) gehaltenen, auf eine erste Temperatur
10 zum Messen des Abgases beheizbaren Sensorelement (26) gekennzeichnet durch eine Heizstromversorgung (5), die in einer ersten Betriebsphase eine hohe Leistung zum schnellen Erhitzen eines dem Abgas ausgesetzten Bauteils (26,40) des Abgassensors auf
15 eine zum Zünden einer thermischen Nachverbrennung von unverbrannten Bestandteilen des Abgases ausreichende zweite Temperatur und in einer darauffolgenden zweiten Betriebsphase eine niedrigere Leistung zum Halten des Sensorelements (26) auf der ersten
20 Temperatur bereitstellt.

2. Abgassensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung (2') zwei Heizkreise (3',3'') umfaßt, von denen der erste
25 (3'') zum Aufrechterhalten der ersten Temperatur ausgelegt ist, und der zweite (3') zum schnellen Aufheizen auf die zweite Temperatur ausgelegt ist.

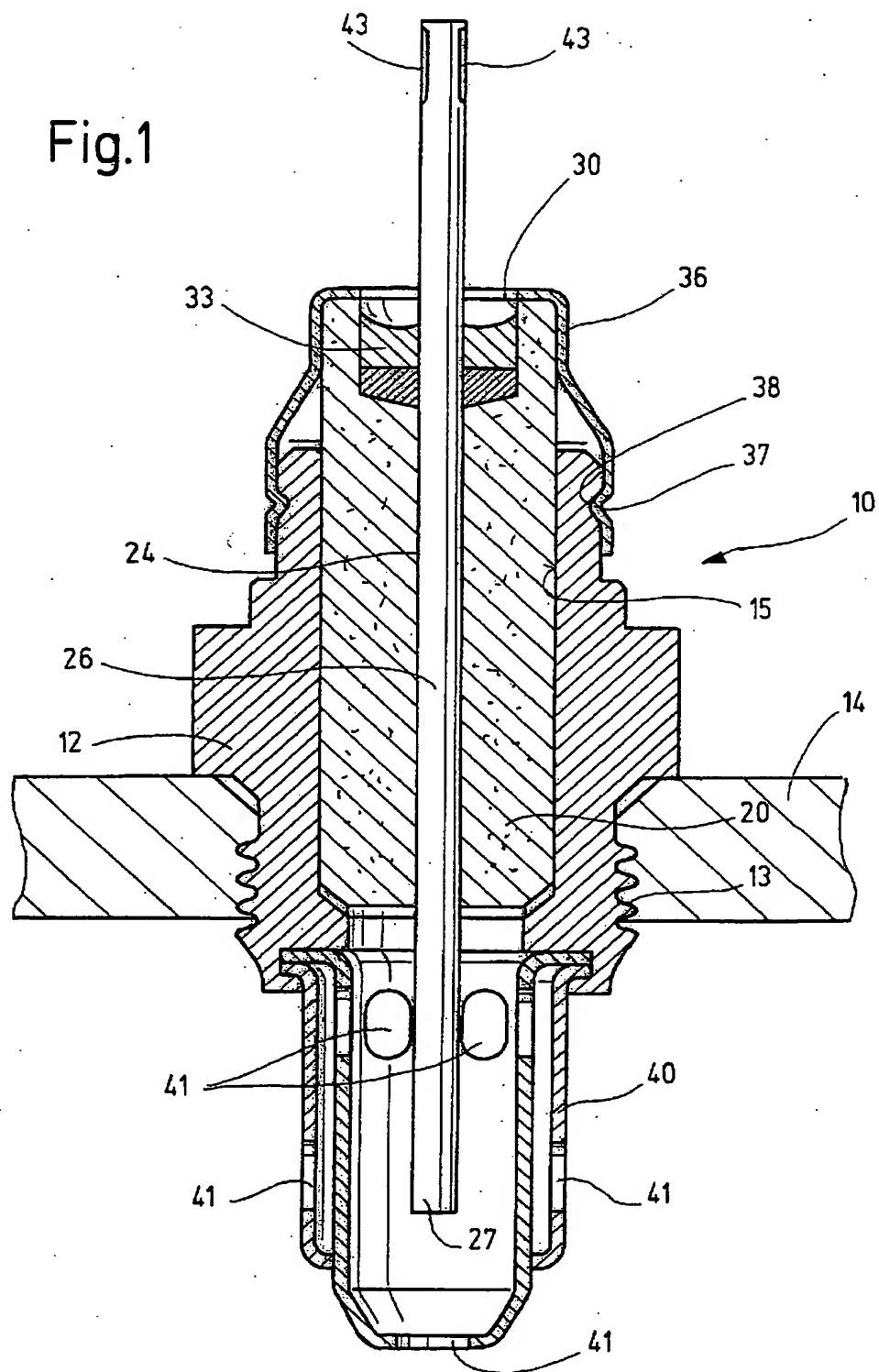
3. Abgassensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil ein Abschnitt des keramischen Sensorelements (26) ist.
30

4. Abgassensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das keramische Sensorelement (26) die Heizeinrichtung (2,2') umfaßt.
- 5 5. Abgassensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse einen Abschirmkörper (40) zum Schutz des keramischen Sensorelements (26) vor einem direkten Anströmen durch das Abgas aufweist, und daß in dem Abschirmkörper (40) das auf die
10 zweite Temperatur erhitzbare Bauteil integriert ist.
6. Abgassensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Heizelement am Sensorelement und das zweite Heizelement am Abschirmkörper
15 zum Zünden der Nachverbrennung angeordnet ist.
7. Abgassensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizstromversorgung (5) in der zweiten Betriebsphase einen
20 gepulsten Heizstrom abgibt.
8. Abgassensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizstromversorgung (5) den Innenwiderstand des Sensorelements überwacht und von der ersten in die zweite
25 Betriebsphase wechselt, wenn der Innenwiderstand einen Grenzwert unterschreitet.
9. Abgassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizstromversorgung den Innenwiderstand der Heizeinrichtung (2,2')
30 überwacht und von der ersten in die zweite Be-

triebsphase wechselt, wenn der Innenwiderstand einen Grenzwert überschreitet.

- 5 10. Abgassensor nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizstromversorgung (5) den Vergleich zyklisch während der ersten Betriebsphase ausführt.
- 10 11. Abgassensor nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizstromversorgung (5) nach einer vorgegebenen Maximaldauer unabhängig vom überwachten Innenwiderstand in die zweite Betriebsphase wechselt.
- 15 12. Abgassensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung (2,2') ausgelegt ist, um die erste Temperatur mit einer Aufheizzeit von maximal 5 Sekunden zu erreichen.

Fig.1



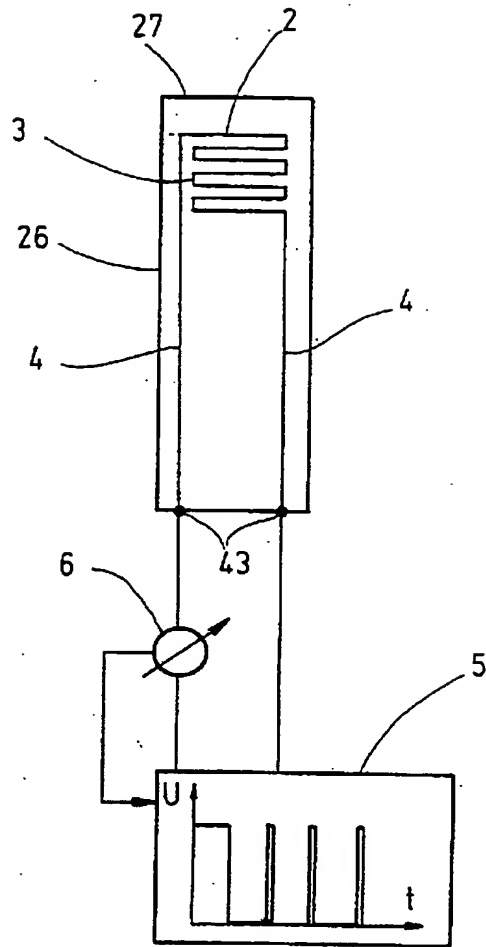


Fig. 2

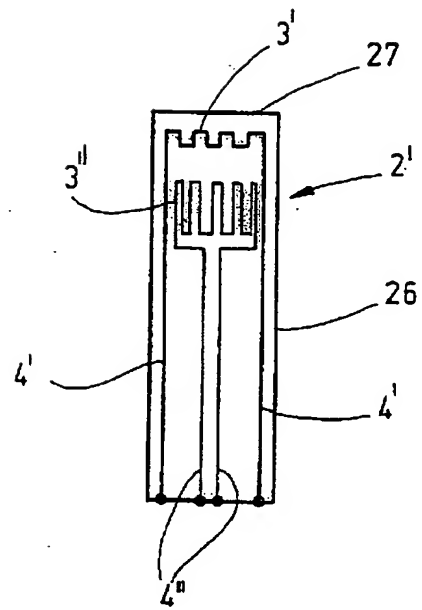


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02912

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01N27/406 G01N27/407 F02D41/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 752 493 A (ABE SHINICHI ET AL) 19 May 1998 (1998-05-19) abstract column 3, line 62 -column 5, line 64; figures 1-3	1,3,4,7, 9,10,12 11
A	US 5 207 058 A (SASAKI SHIZUO ET AL) 4 May 1993 (1993-05-04) column 7, line 25 - line 49; figures 9,10	1
A	US 5 544 640 A (THOMAS CHRISTOPHER P ET AL) 13 August 1996 (1996-08-13) abstract; figures 2,3	2
A	DE 198 07 345 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISH) 17 September 1998 (1998-09-17) column 2, line 58 - line 68	8,9
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *A* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 December 2000

Date of mailing of the international search report

27/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Strohmayer, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02912

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 747 580 A (CHETWOOD INTERNATIONAL S A) 11 December 1996 (1996-12-11) column 3, line 9 - line 35; figures 4,4A ---	5,6
A	US 5 732 550 A (KOMATSUDA TAKASHI ET AL) 31 March 1998 (1998-03-31) column 3, line 35 -column 4, line 60; figures 1,2 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02912

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5752493 A	19-05-1998	JP 10010074 A DE 19726601 A	16-01-1998 02-01-1998
US 5207058 A	04-05-1993	JP 2748686 B JP 4183922 A	13-05-1998 30-06-1992
US 5544640 A	13-08-1996	NONE	
DE 19807345 A	17-09-1998	JP 10239269 A US 6083369 A	11-09-1998 04-07-2000
EP 0747580 A	11-12-1996	FR 2735179 A FR 2735180 A	13-12-1996 13-12-1996
US 5732550 A	31-03-1998	JP 9021310 A	21-01-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 00/02912

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01N27/406 G01N27/407 F02D41/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 5 752 493 A (ABE SHINICHI ET AL) 19. Mai 1998 (1998-05-19) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 62 - Spalte 5, Zeile 64; Abbildungen 1-3	1,3,4,7, 9,10,12 11
A	US 5 207 058 A (SASAKI SHIZUO ET AL) 4. Mai 1993 (1993-05-04) Spalte 7, Zeile 25 - Zeile 49; Abbildungen 9,10	1
A	US 5 544 640 A (THOMAS CHRISTOPHER P ET AL) 13. August 1996 (1996-08-13) Zusammenfassung; Abbildungen 2,3	2
A	DE 198 07 345 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISH) 17. September 1998 (1998-09-17) Spalte 2, Zeile 58 - Zeile 68	8,9
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Dezember 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/12/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Strohmayr, B

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02912

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 747 580 A (CHETWOOD INTERNATIONAL S A) 11. Dezember 1996 (1996-12-11) Spalte 3, Zeile 9 - Zeile 35; Abbildungen 4,4A -----	5,6
A	US 5 732 550 A (KOMATSUDA TAKASHI ET AL) 31. März 1998 (1998-03-31) Spalte 3, Zeile 35 -Spalte 4, Zeile 60; Abbildungen 1,2 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Aktenzeichen

PCT/DE 00/02912

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5752493	A	19-05-1998	JP	10010074 A	16-01-1998
			DE	19726601 A	02-01-1998
US 5207058	A	04-05-1993	JP	2748686 B	13-05-1998
			JP	4183922 A	30-06-1992
US 5544640	A	13-08-1996	KEINE		
DE 19807345	A	17-09-1998	JP	10239269 A	11-09-1998
			US	6083369 A	04-07-2000
EP 0747580	A	11-12-1996	FR	2735179 A	13-12-1996
			FR	2735180 A	13-12-1996
US 5732550	A	31-03-1998	JP	9021310 A	21-01-1997

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.